



FÍSICA
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 3

Número del alumno

--	--	--	--	--	--	--	--

Miércoles 5 de mayo de 2004 (mañana)

1 hora 15 minutos

INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS

- Escriba su número de alumno en la casilla de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas de dos de las opciones en los espacios provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas correspondientes de la portada de su examen las letras de las opciones que ha contestado.

Opción D — Física Biomédica

D1. Esta pregunta trata de escalas.

Fernando tiene una masa de 70 kg y mide 175 cm de altura. Jorge tiene la misma constitución y una masa de 85 kg.

(a) Estime

(i) la altura de Jorge.

[2]

.....
.....
.....
.....

(ii) el cociente $\frac{\text{área superficial de Jorge}}{\text{área superficial de Fernando}}$.

[2]

.....
.....
.....
.....

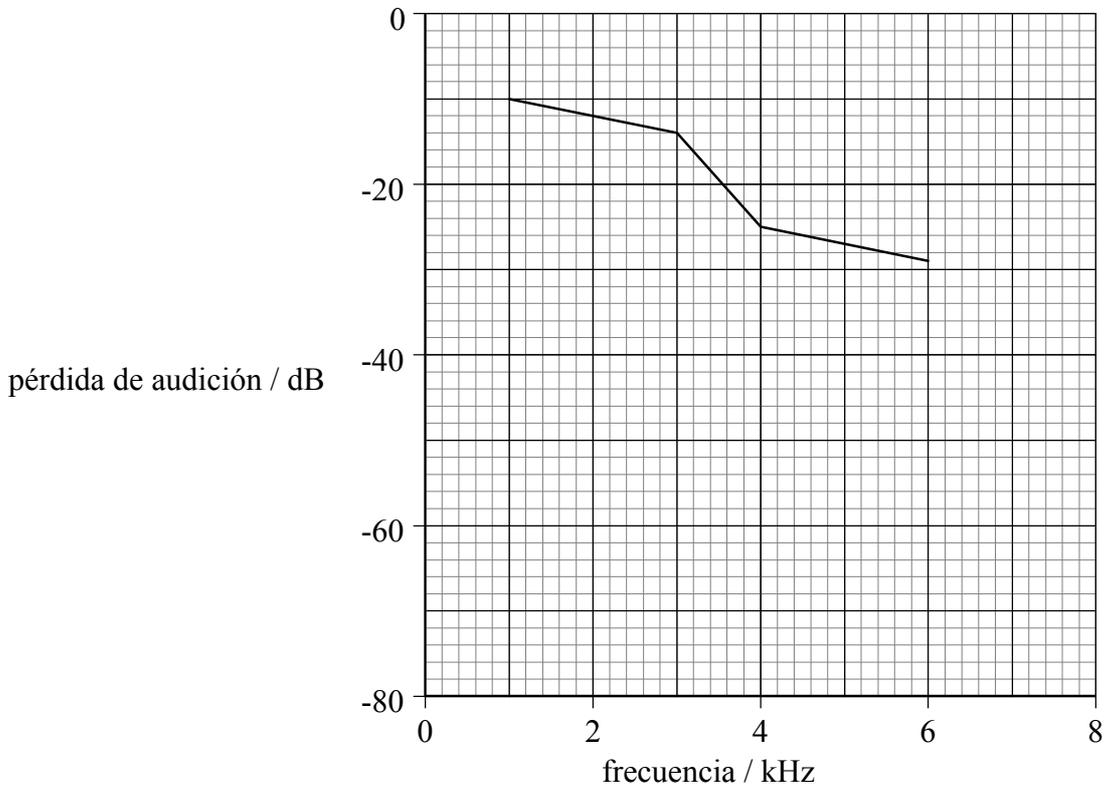
(b) Fernando y Jorge tienen el mismo ritmo de producción de energía térmica por unidad de masa corporal. Explique en términos cuantitativos cómo la diferencia en masa corporal afecta al ritmo de pérdida de calor por unidad de área, si ambos deben mantener la misma temperatura corporal.

[4]

.....
.....
.....
.....
.....

D2. Esta pregunta trata de defectos en la audición.

El gráfico siguiente muestra un audiograma para una persona que **no** ha estado expuesta a niveles altos de ruido.



(a) Sugiera el defecto de audición que sufre la persona afectada [1]

.....

Una persona con audición normal puede detectar un sonido de intensidad $1,0 \times 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ a la frecuencia de 3,0 kHz.

(b) Utilice datos del gráfico para determinar la **intensidad** mínima a 3,0 kHz que puede ser detectada por la persona con el defecto de audición. [2]

.....
.....
.....

(c) En el gráfico, dibuje una segunda línea que ilustre la pérdida de audición provocada por muchos años de exposición a niveles altos de ruido en el lugar de trabajo. [2]

D3. Esta pregunta trata de la diagnosis médica.

Indique y explique el uso de

(a) la papilla de bario en el diagnóstico mediante rayos X. [2]

.....
.....
.....

(b) el gel sobre la piel durante las sesiones de imágenes por ultrasonidos. [2]

.....
.....
.....

(c) un campo magnético no uniforme superpuesto sobre un campo constante mucho mayor, en la diagnosis mediante resonancia magnética nuclear. [3]

.....
.....
.....
.....

D4. Esta pregunta trata del uso de la radiación en medicina.

Cuando hablamos de dosis de radiación, la radiación α y la radiación γ tienen diferentes factores de calidad.

- (a) (i) Indique qué tipo de radiación tiene el factor de calidad mayor. [1]

.....

- (ii) Explique por qué, para la misma dosis absorbida, las radiaciones tienen efectos diferentes. [3]

.....
.....
.....
.....

- (b) El factor de riesgo asociado a una dosis equivalente concreta depende no sólo de la dosis total sino también del ritmo de dosificación. Explique por qué el factor de riesgo depende del ritmo de dosificación. [3]

.....
.....
.....
.....

El yodo 131 se utiliza para marcar la albúmina en el suero sanguíneo. Este isótopo tiene una semivida física de 8,0 días y una semivida biológica de 21 días.

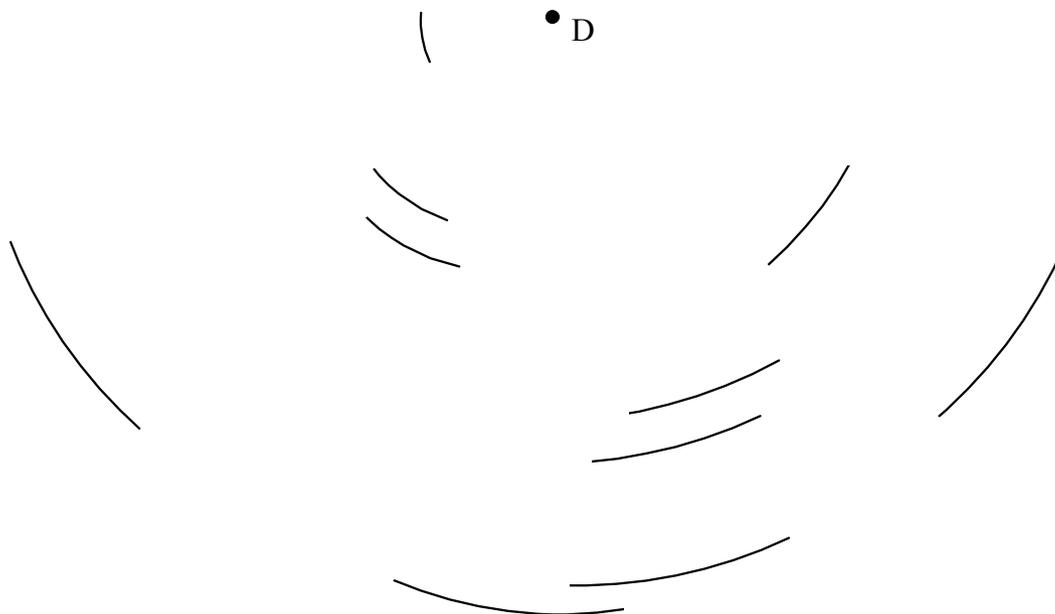
- (c) Determine el tiempo necesario para que la actividad dentro del cuerpo de una dosis concreta de dicho isótopo se reduzca a $\frac{1}{4}$ de su actividad inicial. [3]

.....
.....
.....
.....

Página en blanco

Opción E — Historia y Desarrollo de la Física

E1. Un estudiante ha fotografiado el cielo nocturno colocando una cámara sobre un trípode y dejando abierto el obturador de la cámara durante 90 minutos. El siguiente diagrama ilustra la fotografía obtenida. Sólo se muestran algunas de las líneas más brillantes.



(a) Identifique el punto brillante designado por D. [1]

.....

(b) Describa, en términos cualitativos, cómo se puede deducir de la fotografía la rotación de la Tierra. [2]

.....
.....
.....

(c) Tomando medidas sobre el diagrama, deduzca un valor para el período de rotación de la Tierra. [3]

.....
.....
.....
.....

E2. Esta pregunta trata de la teoría del calórico.

La teoría del calor aceptada por la mayor parte de los científicos hasta bien entrado el siglo XIX es la “teoría del calórico”.

(a) Indique cómo los siguientes fenómenos se pueden explicar de acuerdo con la teoría del calórico.

(i) El enfriamiento de un cuerpo [1]

.....

(ii) La conducción de calor [2]

.....
.....

(iii) Las diferencias en calor específico [1]

.....

(b) Sugiera cómo las observaciones del Conde Rumford en 1798 llevaron a que se pusiera en duda la validez de la teoría del calórico. [3]

.....
.....
.....
.....

E3. Esta pregunta trata de los primeros modelos atómicos.

- (a) Sugiera cómo el modelo de Rutherford del átomo puede utilizarse para explicar que los átomos en un gas ideal se comportan como esferas sólidas. [3]

.....
.....
.....
.....

La existencia en el núcleo de una partícula neutra con una masa aproximadamente igual a la del protón fue sugerida en 1920. No obstante, el neutrón no se descubrió hasta 1932.

- (b) (i) Sugiera por qué la presencia del neutrón fue difícil de detectar. [1]

.....

- (ii) Resuma cómo la radiación resultante del bombardeo de boro o berilio con partículas α condujo al descubrimiento del neutrón. [3]

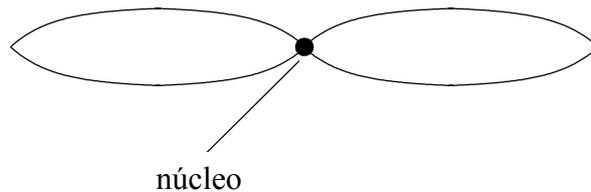
.....
.....
.....
.....

E4. Esta pregunta trata de modelos atómicos.

(a) Indique **tres** aspectos en los que difieren los modelos atómicos de Bohr y Schrödinger. [3]

- 1.
.....
- 2.
.....
- 3.
.....

El diagrama siguiente muestra una onda estacionaria simplificada para un electrón en un átomo de hidrógeno.



(b) (i) Sobre el diagrama, marque con la letra L una posición en la que la probabilidad de encontrar el electrón sea máxima. [1]

(ii) El radio del átomo de hidrógeno es de $1,0 \times 10^{-10}$ m. Indique la longitud de onda de De Broglie del electrón. [1]

.....

(iii) Determine la energía cinética del electrón. [3]

.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta E4: continuación)

- (c) El conocimiento de la longitud de onda de De Broglie del electrón hace posible que se pueda determinar el momento lineal del electrón. Razonando a partir del principio de incertidumbre de Heisenberg, indique y explique por qué no puede hacerse una determinación precisa del momento lineal del electrón.

[2]

.....
.....
.....

Opción F — Astrofísica

F1. Esta pregunta trata de diversos cuerpos en el universo.

(a) Describa brevemente qué es una estrella. [2]

.....
.....

(b) Distinga entre constelación y galaxia. [4]

Constelación:

.....

Galaxia:

.....

F2. Esta pregunta trata de la densidad media de materia en el universo.

- (a) Explique la relevancia de la *densidad crítica* de materia en el universo con respecto al destino final posible de éste. [3]

.....

.....

.....

.....

La densidad crítica ρ_0 de materia en el universo viene dada por la expresión

$$\rho_0 = \frac{3H_0^2}{8\pi G},$$

en donde H_0 es la constante de Hubble y G es la constante gravitatoria.

Un valor aproximado de H_0 es $2,7 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$.

- (b) (i) Calcule un valor para ρ_0 . [1]

.....

.....

.....

- (ii) A partir del resultado anterior, determine el número equivalente de nucleones por unidad de volumen a esta densidad crítica. [1]

.....

.....

F3. Esta pregunta trata de las variables cefeidas.

Las características de una variable cefeida fueron observadas por vez primera en 1784.

(a) (i) Describa las características por las cuales se puede identificar desde la Tierra una variable cefeida. [2]

.....
.....
.....

(ii) Resuma la causa de esta característica. [2]

.....
.....
.....

Una variable cefeida concreta resulta tener un valor medio de su magnitud aparente de 5,2 y un período de pulsación de 50 días. La magnitud aparente m está relacionada con la magnitud absoluta M y con la distancia d (medida en parsecs) por la expresión

$$m - M = 5 \lg d - 5.$$

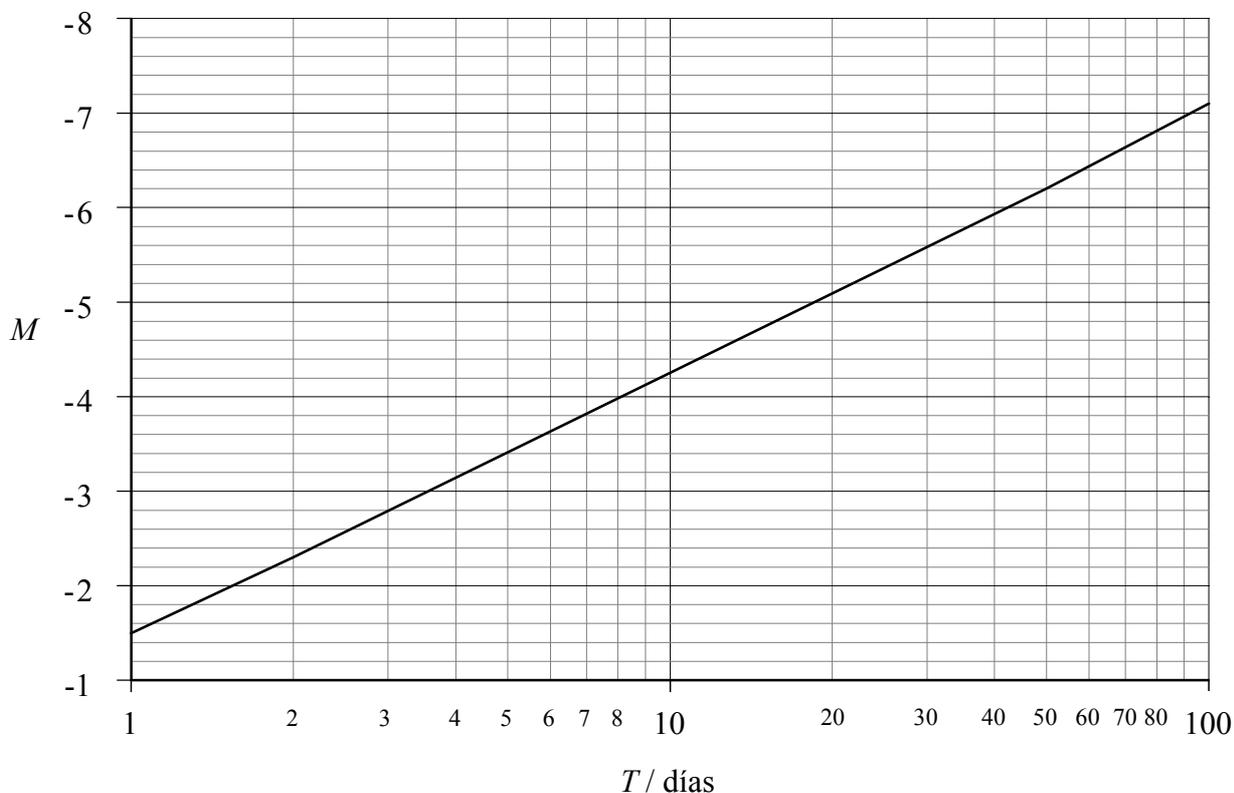
(b) (i) Distinga entre *magnitud aparente* y *magnitud absoluta*. [2]

.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta F3: continuación)

El gráfico siguiente muestra cómo varía con el período de pulsación T la magnitud absoluta M de algunas variables cefeidas.



- (ii) Utilice la gráfica para obtener un valor para la magnitud absoluta de esta variable cefeida y, a partir de este valor, determine su distancia a la Tierra. [3]

.....

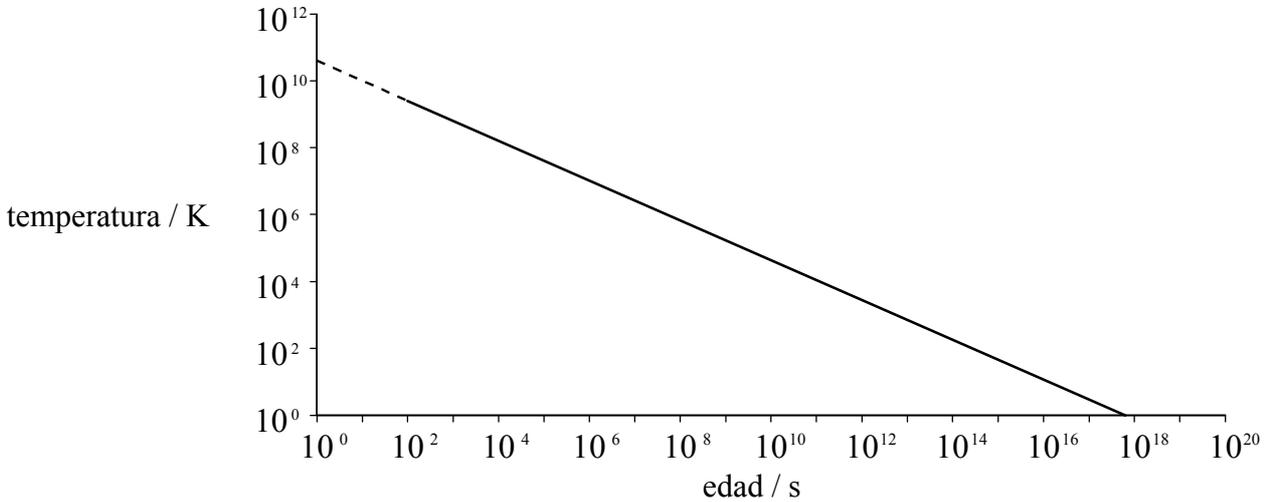
.....

.....

.....

F4. Esta pregunta trata del modelo del Big Bang para el universo.

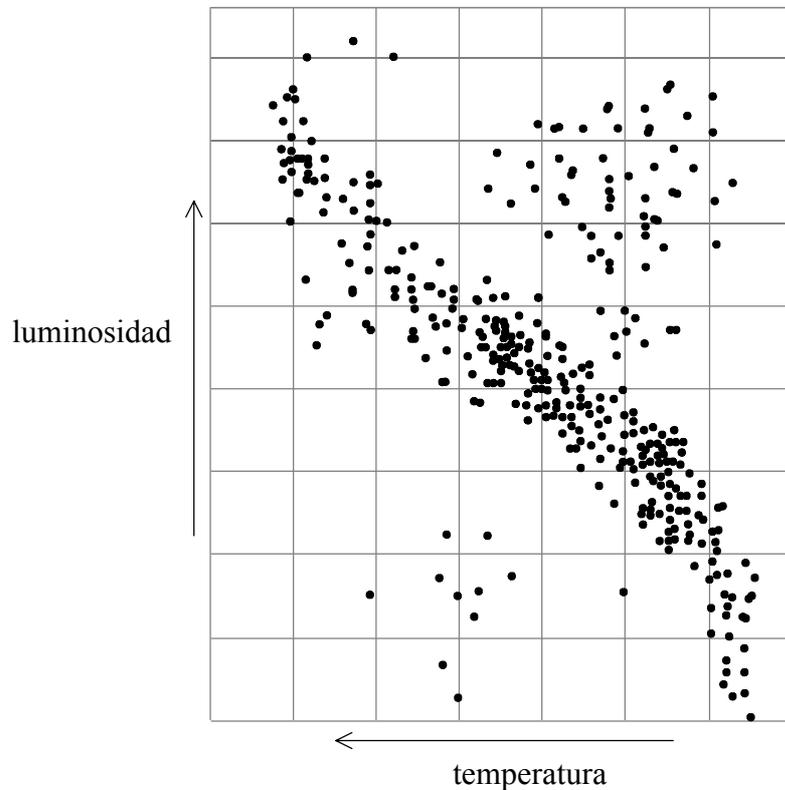
El gráfico siguiente muestra la variación de la temperatura con la edad del universo, según el modelo del Big Bang.



- (a) Sobre el gráfico,
 - (i) marque el punto (desígnelo por N) en el que se formaron los núcleos ligeros [1]
 - (ii) marque el punto (desígnelo por G) en el que se empezaron a formar las estrellas y galaxias. [1]
- (b) Las medidas de la temperatura actual del universo indican una temperatura de aproximadamente 3 K. Cuando se toman medidas de las nubes de carbono en una galaxia muy lejana, la temperatura indicada es de 7 K. Sugiera de qué manera esta observación proporciona evidencia del enfriamiento del universo. [2]

.....
.....
.....

F5. En la figura siguiente se muestra un diagrama de Hertzsprung-Russell (H-R), completado parcialmente para algunas estrellas de la Vía Láctea.



- (a) Sobre el diagrama,
 - (i) identifique las regiones asociadas con gigantes rojas (designe esta región por R) y con las enanas blancas (designe esta región por W). [1]
 - (ii) marque con la letra S la posición actual aproximada del sol. [1]
 - (iii) dibuje la trayectoria evolutiva del sol desde su posición actual hasta su posición final. [2]
- (b) Al final de su vida en la secuencia principal, una estrella de aproximadamente diez veces la masa del sol empezará a producir energía a un ritmo mucho mayor, y su superficie se volverá más fría. Resuma de qué manera es posible que una estrella produzca más potencia mientras, sin embargo, su superficie se enfría. [2]

.....

.....

.....

.....

Opción G — Relatividad

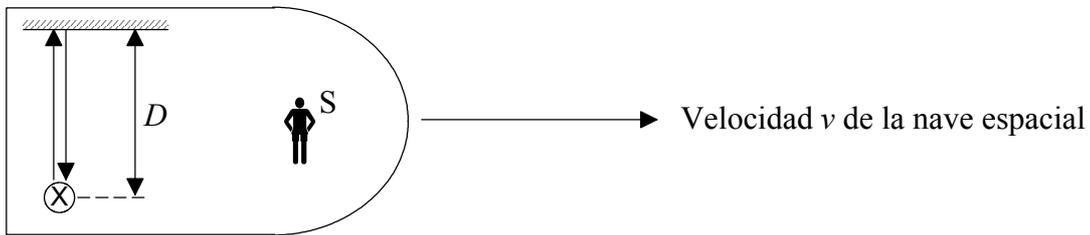
G1. Esta pregunta trata de la dilatación temporal.

- (a) Indique qué se entiende por sistema *inercial* de referencia. [1]

.....

.....

Un observador S en una nave espacial ve un destello de luz. La luz se refleja en un espejo, a distancia D del destello, y regresa a la fuente del destello como se ilustra a continuación. La velocidad de la luz es c .



- (b) Escriba una expresión, en función de D y c , para el tiempo T_0 que el destello de luz invierte en regresar a su posición original, tal como lo mediría el observador S, que se encuentra en reposo respecto a la nave espacial. [1]

.....

La nave espacial se mueve a velocidad v relativa al observador designado por E en el diagrama. La velocidad de la luz es c .

- (c) (i) Dibuje la trayectoria de la luz tal como la vería el observador E. Marque la posición F de la que parte la luz, y la posición R en la que la luz regresa a la fuente del destello. [1]
- (ii) El tiempo necesario para que la luz viaje de F a R, medido por el observador E, es T . Escriba una expresión, en función de la velocidad v de la nave espacial y de T , para la distancia FR. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta G1: continuación)

- (iii) Utilizando la respuesta en (ii), determine, en función de v , T y D , la longitud L de la trayectoria de la luz tal como la vería el observador E. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iv) A partir del resultado anterior, deduzca una expresión para T en función de T_0 , v y c . [4]

.....

.....

.....

.....

.....

G2. Esta pregunta trata de la vida media de los muones.

La vida media de los muones es de $3,1 \times 10^{-6}$ s, medida en un sistema de referencia estacionario respecto a los muones.

Se produce un pulso de muones tal que los muones tienen una velocidad de $2,8 \times 10^8$ ms⁻¹ respecto a un observador estacionario.

Determine la distancia recorrida por el pulso, tal como la mediría el observador, cuando la mitad de los muones se haya desintegrado. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

G3. Esta pregunta trata de masa-energía.

(a) Defina *masa en reposo*.

[2]

.....
.....

(b) Un electrón con masa en reposo m_0 se acelera a través de una diferencia de potencial V . Explique por qué, para valores grandes de V , la fórmula

$$\frac{1}{2} m_0 v^2 = eV$$

no es adecuada para determinar la velocidad v del electrón acelerado.

[3]

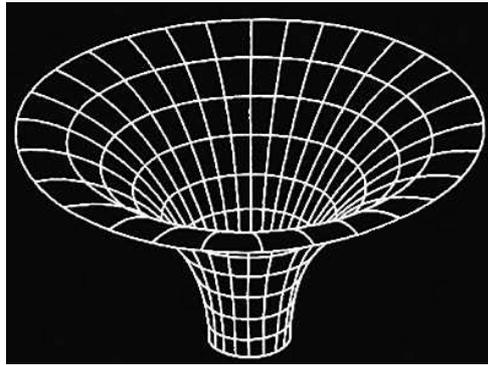
.....
.....
.....
.....

(c) Un electrón se acelera a través de una diferencia de potencial de $5,0 \times 10^6$ V. Determine la equivalencia en masa de la variación en energía cinética del electrón.

[2]

.....
.....
.....
.....

G4. El diagrama siguiente ilustra la distorsión del espacio por el campo gravitatorio de un agujero negro.



(a) (i) Describa qué se entiende por *centro* y *superficie* de un agujero negro. [3]

.....

.....

.....

.....

(ii) A partir de la respuesta a (i), defina el radio de Schwarzschild. [1]

.....

.....

(iii) Calcule el radio de Schwarzschild para un objeto con masa de $2,0 \times 10^{31}$ kg (diez masas solares). [2]

.....

.....

.....

.....

En la ciencia ficción, los agujeros negros aparecen a menudo como objetos capaces de “tragar” todo en el universo.

(iv) Una nave espacial se dirige hacia el objeto mencionado en (iii) de modo que, si continúa en línea recta, su distancia de acercamiento máximo sería de alrededor de 10^7 m. A partir del diagrama y de la respuesta a (iii), sugiera si el destino de la nave espacial sería como el representado por la ciencia ficción. [2]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta G4: continuación)

En 1979, Wahl, Carswell y Weymann descubrieron “dos” cuásares muy distantes separados por un ángulo pequeño. El examen espectroscópico de las imágenes mostró que ambas eran idénticas.

(b) Resuma cómo estas observaciones corroboran la teoría de la Relatividad General. [2]

.....

.....

.....

.....

Opción H — Óptica

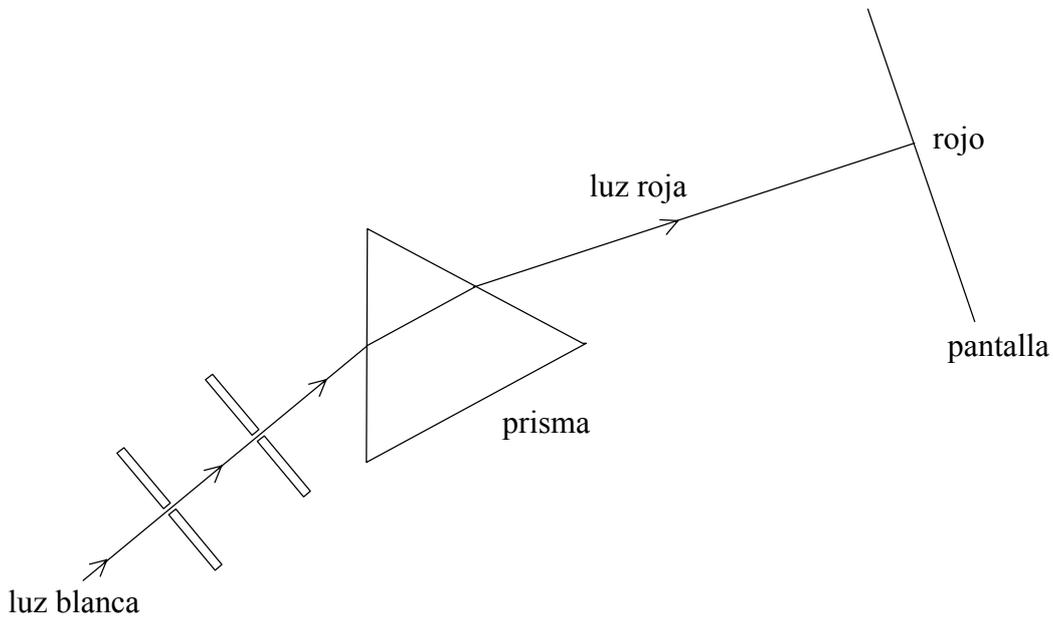
H1. Esta pregunta trata de un espectro.

(a) Describa qué se entiende por espectro de la luz blanca.

[2]

.....
.....
.....

Un estudiante ha utilizado el montaje indicado a continuación para mostrar el espectro de la luz blanca.



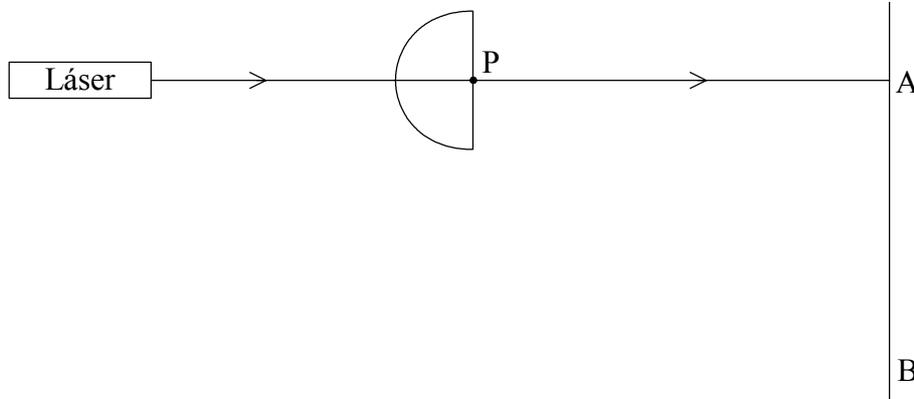
(b) Complete el diagrama para mostrar el trayecto de la luz azul a través del prisma y a la pantalla.

[3]

.....
.....
.....
.....

H2. Esta pregunta trata del índice de refracción.

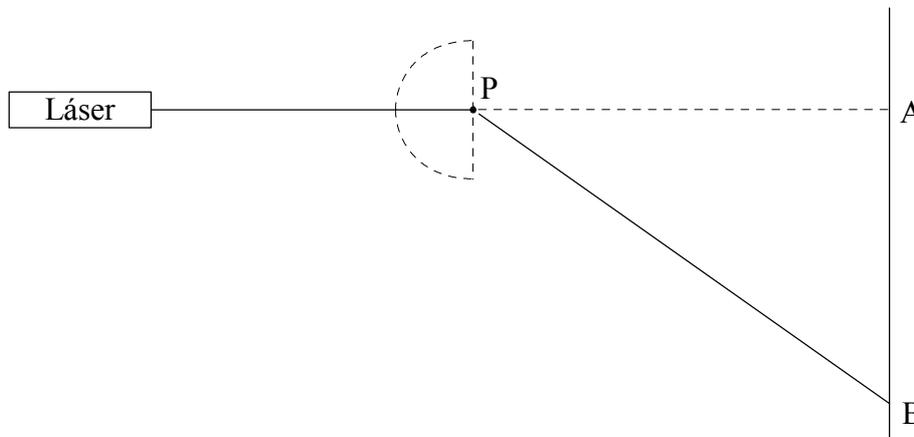
La luz de un láser se orienta hacia un bloque de vidrio semicircular. La luz pasa sin desviarse a través del bloque, y llega a una pantalla, formando una mancha en A, como muestra la figura.



Si se hace rotar el bloque semicircular alrededor del punto P, la mancha de luz sobre la pantalla se mueve hacia abajo. Cuando la mancha llega al punto B, ésta desaparece.

- (a) Complete el diagrama siguiente para mostrar la posición del bloque semicircular cuando la mancha se encuentra en el punto B. La posición original del bloque se muestra como una línea a trazos.

[1]



En un experimento concreto, la distancia PA es de 120 cm, y la distancia AB es de 138 cm.

- (b) Calcule el índice de refracción del vidrio del bloque.

[3]

.....
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta H2: continuación)

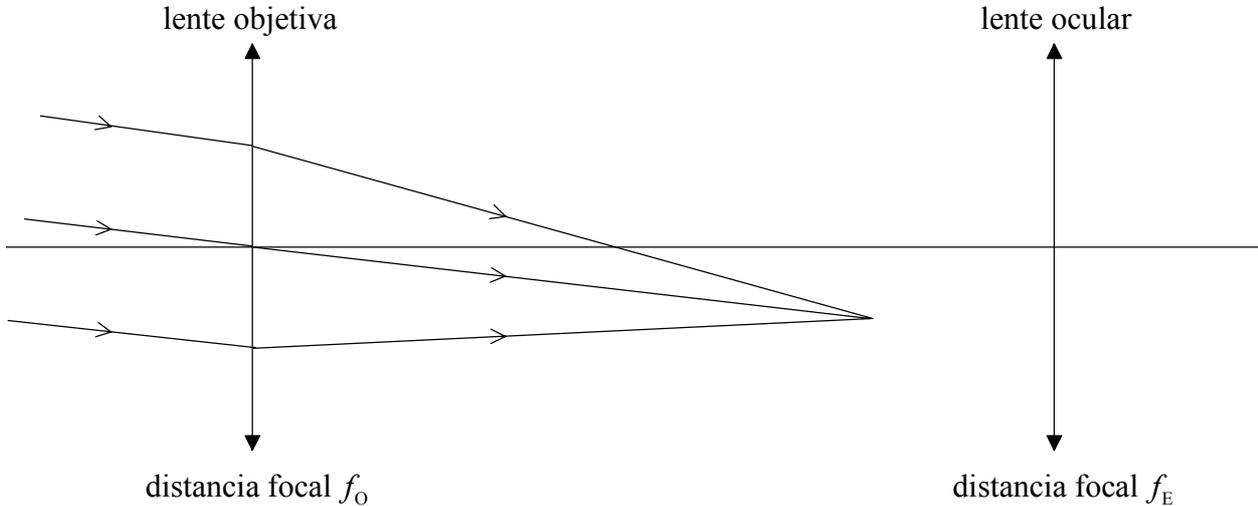
Se reemplaza el láser por otro que emite luz de mayor frecuencia. Entonces se repite el experimento.

(c) Indique y explique si la distancia AB será mayor o menor que 138 cm. [3]

.....
.....
.....
.....

H3. Esta pregunta trata de un telescopio.

El diagrama siguiente muestra dos lentes dispuestas de modo que forman un telescopio astronómico. Las dos lentes están representadas como líneas rectas.



Las longitudes focales de la lente objetiva y de la lente ocular son f_o y f_e respectivamente. Se muestra la luz de un objeto distante enfocada sobre el plano focal de la lente objetiva. La imagen final se debe formar en el infinito.

(a) Complete el diagrama de rayos para mostrar la formación de la imagen final. [2]

(b) (i) Indique qué se entiende por aumento angular. [1]

.....
.....

(ii) Utilizando el anterior diagrama completado, deduzca una expresión en función de f_o y f_e para el aumento angular de un telescopio astronómico. Suponga que la imagen final está en el infinito. [4]

.....
.....
.....
.....
.....

(c) Al dar las especificaciones de un telescopio astronómico, es frecuente citar el diámetro de la lente objetiva. Sugiera una razón para citar dicho diámetro. [1]

.....
.....

H4. Esta pregunta trata de la interferencia en películas delgadas.

Dos placas de cristal planas están en contacto a lo largo de un borde, y están separadas por una pieza de lámina metálica delgada situada en paralelo al borde, como se muestra a continuación.

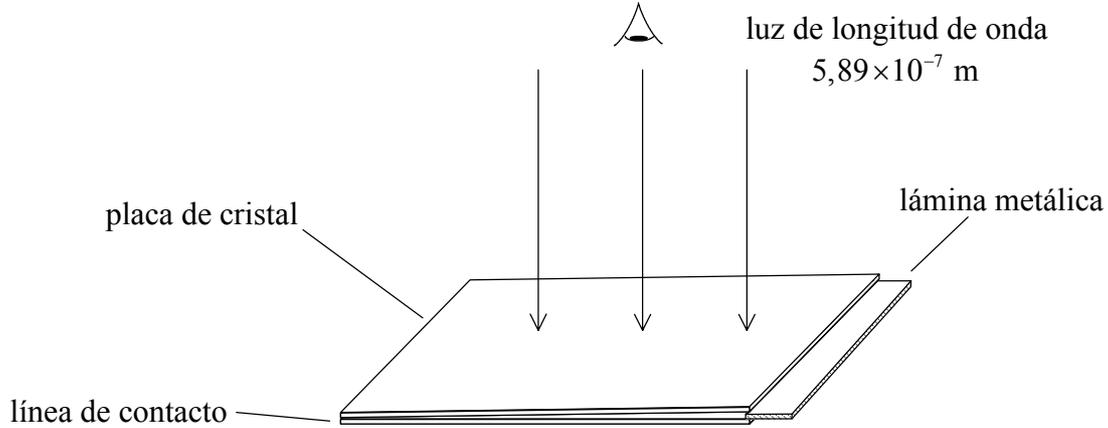


Diagrama no dibujado a escala

Entre las dos placas hay aire atrapado. El hueco entre las dos placas se visualiza normalmente utilizando luz reflejada de longitud de onda $5,89 \times 10^{-7}$ m.

Se ve una serie de franjas rectas, paralelas a la línea de contacto de las placas de cristal.

(a) Indique qué puede deducirse del hecho de que las franjas son rectas y paralelas [1]

.....

(b) Explique por qué se observa una franja oscura a lo largo de la línea de contacto de las placas de cristal. [3]

.....
.....
.....
.....

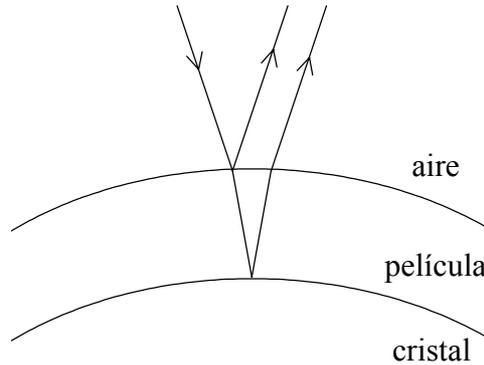
(c) La distancia entre la línea de contacto de las placas y el borde de la lámina metálica es de 9,0 cm. Las franjas oscuras están cada una separadas una distancia de 1,4 mm. Calcule el grosor de la lámina metálica. [3]

.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta H4: continuación)

Las lentes usadas en los telescopios astronómicos son a menudo “ antirreflectantes”. Esto significa que se ha adherido una película delgada sobre la lente con el fin de reducir la intensidad de la luz no deseada reflejada por la lente. Entre la luz reflejada por las superficies superior e inferior de la película se produce interferencia destructiva. En el diagrama se muestran las reflexiones en ambas superficies para un rayo incidente.



(d) (i) Indique por qué no se produce interferencia destructiva completa de toda la luz reflejada. [1]

.....
.....

(ii) A partir de la respuesta a (i), sugiera por qué la película parece tener cierta coloración. [2]

.....
.....
.....